

## В. П. БАСАРГИН

МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

### НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРОЦЕССЫ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ МЕТАБОЛИЗМА У ЛЮДЕЙ

На биологическом факультете программой предусмотрены годичный курс общей физики и курс «Биофизики», между которыми существует реальная связь и преемственность. Многие студенты, изучающие вводный курс физики, готовятся к карьере учителя биологии, биолога, микробиолога, биохимика и другим профессиям, так или иначе относящимся к наукам о жизни. Часто они не до конца понимают роль физики в поведении биологических систем. Существует множество способов, которыми физика реализуется в живых системах. Одной из целей интегративного курса общей физики является подготовка студентов первого курса к освоению биофизики на третьем курсе. Для этого необходимо адаптировать материал и содержание курса физики, исходя из следующих соображений: обеспечение преемственности с курсом «Биофизики», ограничения сложности математического аппарата, перераспределение объема и содержания некоторых изучаемых вопросов в пользу практически значимых для курса «Биофизики».

Рассмотрим, например, тему биофизики «Термодинамика биологических процессов» параграф «Биоэнергетика дыхательной цепи».

Источником энергии, расходуемой клеткой на все ее нужды, является дыхание, т. е. окисление органических соединений кислородом воздуха.

«Топливо», т. е. окисляемые вещества поступают в организм с пищей (углеводы, жиры, белки), кислород через легкие из воздуха.

Суточная потребность в пище человека для нормального метаболизма составляет примерно 3000 ккал и зависит от степени его активности [2]. Как зависит скорость метаболизма от количества кислорода и скорости вдыхания воздуха? Так как кислород поступает в организм в основном через легкие, скорость потребления кислорода, а значит, и скорость метаболизма регулируется скоростью дыхания. Подсчитано, что в состоянии покоя скорость выделения энергии при дыхании составляет около 72,6 ккал/ч [1]. Средний объем легких примерно равен 6 л. Но в действительности в состоянии покоя в легкие поступает лишь 0,5 л. Известно, что воздух содержит 80% азота и других газов и 20% кислорода. Следовательно, каждый вдох содержит 0,1 л. кислорода. Уточнения показали, что организм использует приблизительно 22% вдыхаемого кислорода. В состоянии покоя скорость дыхания равна 11 вдохам в минуту. Следовательно, скорость выделения энергии равна:

$$0,1 \text{ л/вдох} \times 0,22 \times 11 \text{ вдох/в минуту} \times 60 \text{ мин/ч} \times 5 \text{ ккал/л} = 72,6 \text{ ккал/ч.}$$

В ходе метаболических процессов организм избавляется от избыточной теплоты путем излучения. Чтобы показать это, воспользуемся законом Стефана-Больцмана в виде:

$$P = \sigma \epsilon S (T_2^4 - T_1^4)$$

где  $P$  – мощность излучения (ккал/ч);  $\sigma = 1,36 \times 10^{-11}$  ккал/м<sup>2</sup>с<sup>4</sup>;  $S$  – площадь поверхности среднего человека (1,8 м<sup>2</sup>);  $\epsilon$  – излучательная способность [2]. Температура тела зависит как от внешних, так и внутренних факторов; примем ее величину равной  $T_2 = 307$  К. В качестве  $T_1$  возьмем температуру внешней среды, равную  $T_1 = 300$  К. Тепловое излучение кожи относится к инфракрасному диапазону, примем излучательную способность приблизительно равной единице и получим:

$$P = \epsilon \sigma S (T_2^4 - T_1^4) = 1,36 \times 10^{-11} \text{ ккал/м}^2\text{с}^4 \times 1,8 \text{ м}^2 \times [(307 \text{ К})^4 - (300 \text{ К})^4] = 69 \text{ ккал/ч}$$

Эта величина близка к значению скорости метаболизма в состоянии покоя. Но следует учитывать, что значительное количество теплоты будет излучаться открытыми частями тела, а так же, что иногда окружающая среда имеет более высокую температуру и организм будет, наоборот, поглощать энергию извне. В этом случае тело начнет выделять пот и испарение унесет избыток теплоты. Когда излучатель (тело человека) проявляет активность, то избыточная теплота будет удаляться за счет конвекции и испарения при дыхании [2].

Для решения таких практических задач в курсе биофизики, при изучении молекулярной физики и основ термодинамики необходимо сформировать и закрепить следующие физические понятия: температура, теплота, теплоемкость. А также уделить особое внимание на изучение процессов: объемного расширения, теплопроводности, конвекции и излучения [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биофизика: учебник для студ. учеб. заведений / В.Ф. Антонов [и др.]. – М.: гуманитар. изд. Центр ВЛАДОС, 1999. – 288 с.
2. Мэрион, Д.Б. Общая физика с биологическими примерами / Дж.Б. Мэрион; перевод с англ. В.Г. Буданова [и др.]; под ред. А.Д. Суханова. – М.: Высшая школа, 1986. – 623 с.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие / И.В. Савельев. – М.: Наука, 1982. – Т. 1: Механика и молекулярная физика. – 490 с.